



Metróállomás tervezése a Kelenföldi pályaudvar alatt

Pál Gábor

ügyvezető

SpeciálTerv Kft.

✉ pal.gabor@specialterv.hu

☎ (1) 368-9107

A Kelenföldi pályaudvar metróállomás Budapest negyedik metróvonalának induló állomása. Elkészülte után a főváros délnyugati kapujaként intermodális csomópontot képezve teremt kapcsolatot a metró és a vasút között. Az épülő mélyépítési szerkezet az első vasútállomás alatti külön szintű metró-vasúti csomóponti műtárgy hazánkban.

Helyszín

A 4. metróvonal Kelenföldi állomása a Kelenföldi pályaudvar 28 vágánya alatt helyezkedik el kelet-nyugat irányban, merőlegesen a pályaudvar észak-dél irányú vágányaira. Az állomás a metró-vasút

kapcsolaton túl aluljáróként köti össze Kelenföldet és Órmezőt. A metróállomás egy kihúzó műtárgyban folytatódik az órmezői oldalon, amelyhez kapcsolódva buszpályaudvar és a későbbiekben P + R lehetőséget biztosító mélygarázs is készül.

Az Etele téri oldalon az állomás alatti szerkezethez csatlakozik a korábban megépített pajzsindító műtárgy (1. kép). A vasúti pályaudvar alatt elhelyezkedő műtárgy 260 méter hosszú, a hozzá csatlakozó kihúzó műtárggyal együtt 340 méter, melyből a 90 méter hosszú NATM alagút indul. Így a teljes mélyépítési műtárgy hossza 430 méter, vagyis a Kelenföldi állomás a DBR 4-es metró leg-hosszabb állomása.



2. kép. Földkiemelés a vasúti hidak alól

Előzmények

A metróállomás engedélyezési és tender szerkezeti terveit a Palatium Stúdió építész elképzelései alapján a Főmterv Zrt. készítette. E tervek alapján kiírt FIDIC „sárga” könyv szerinti tendert a Hídépítő Zrt. nyerte 2007-ben. A tendergyőztes kivitelező megbízásából a kiviteli terveket a SpeciálTerv Kft. készítette. A tervezés az épülő teherhordó szerkezetek és a megépítéshez szükséges vasútállomás-átalakítás komplett kiviteli terveinek elkészítését tartalmazza.

Summary

The metro station called “Kelenföld railroad station” is the head point of the 4th metro line of Budapest, it's located beneath the 28 tracks of Kelenföld railroad station. After its finalization, as a south-west gate of Budapest it creates an intermodal connection between the metro line and the railway system. The structure under construction is the first in Hungary built underneath a railroad station with a separate level junction. The design and construct of this metro station imposed a serious challenge on the designers and contractors. To work on a railroad station in operation requires very strict technological concentration. Applying the top-down excavation method ensured a restricted disturbance of the surface, finishing works can be carried out with an installation not affecting the railway areas. Constructing future structures we hope, that we can use the experiences gained during implementation of technologies not used in Hungary before.



1. kép. Az épülő Kelenföldi pályaudvar metróállomás – légi fotó



3. kép. Alaplemez síkig együtemű földkiemelés és résfal-alaplemez kapcsolata lentonok alkalmazásával

Általános ismertetés

A Kelenföldi metróállomás műtárgya a vasúti vágányok alatti szakaszon két, 22-23 méter mélyre lenyúló, 1,00 méter vastagságú résfallal épül, melyek 21,60 méter tengelytávolságban helyezkednek el egymástól. A résfalak felső síkjának visszavé- sése után rösszfogó gerendák készül- nek. A gerendákon csuklós kialakítású vasalt kapcsolattal készül a „zárfödém”, mint ágyazatátvezetési vasúti híd. A szer- kezet „milánói módszerrel” épül, tehát az



4. kép. Látszóbeton felület



5. kép. Ferde kitémasztású födémszakasz helyesen

első födém elkészülte után a felszínt – ez esetben a vasúti pályát – visszaállítva foly- tatódik a födém alatt a földkiemelés, a továbbépítés. A födém szilárdulása után a felső felületen szigetelést, szivárgókat, ágyazatot és vasúti pályát építenek, míg „alul” a résfalak között kezdődik a földki- emelés (2. kép).

A résfalak között a földkiemelés egy ütemben készül az alaplemez alsó síkjáig, mely kb. –18 méteren található a felszín- hez képest. Ezen ideiglenes építési állapot- ban a résfalakra jutó víznyomást elkerü- lendő a réstáblákat ideiglenesen kilyu- kasztva „beengedték” a kötött vízzáró ta- lajban esetleg található vizeket.

Az alsó sík elérése után szerelőbeton készül, melyet a résfalak belső felületével együtt szórt szigeteléssel látnak el.

Az alaplemez nyomatekbró kapcsolattal csatlakozik az alaplemezhez. Az erőátadó kapcsolat „lentonok” alkalmazásával törté- nik. A résfalarmatúrába előre elkészített, ideiglenesen műanyag zárókupakkal védett hüvelyeket keresik meg a már kibontott résfalfelületen, és ezekhez csatlakoztatják az erőátadó betonacélokat (3. kép).

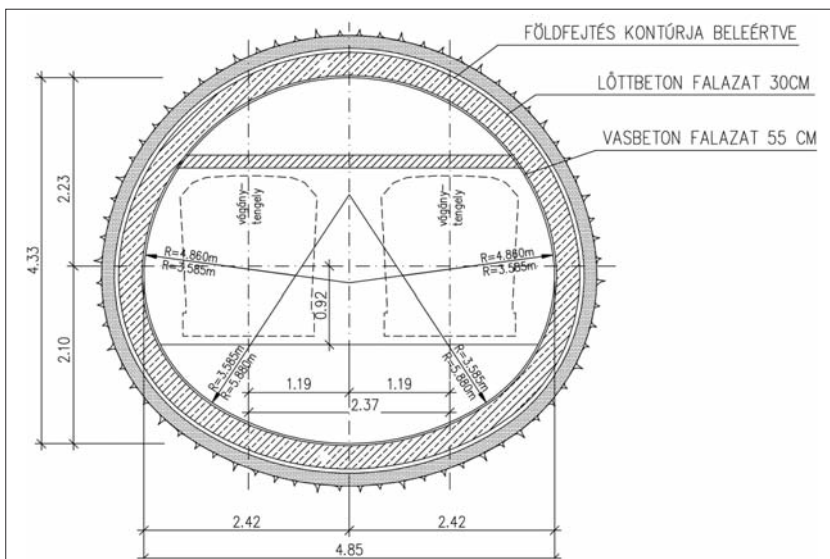
Az alaplemez betonozása után a bélésf- alak vasszerelése és betonozása történik. E falak jelentős része látszóbeton felület, melynek esztétikus megvalósításához spe- ciális felületű zsalu, betontechnológia és szigorú technológiai fegyelem szükséges (4. kép).

Az állomás peronok alatti szakaszának legnagyobb részén az építésztervezők által „megálmodott” ferde kitémasztású födém készül (5. kép).

A felső aluljáró szintjéről a vágányok közötti peronokra liftek, lépcsők és moz- gólépcsők biztosítják a kapcsolatot. A föld alatti műtárgy építésével párhuzamosan a perontetők is átépülnek. Az építési prog- ram minimalizálása miatt a meglévő pe- rontetők formavilágával azonos toldalé- kok és új perontetők készülnek.

A műtárgy építése a felszínen a vágá- nyokkal együtt a teljes állomást kiszolgáló rendszert keresztetzi, tehát a teljes felsőve- zeteki hálózatnak, a jelzőknek és a biztosí- tóberendezéseknek az egyes építési szaka- szoknak megfelelő kiváltásait el kellett készíteni.

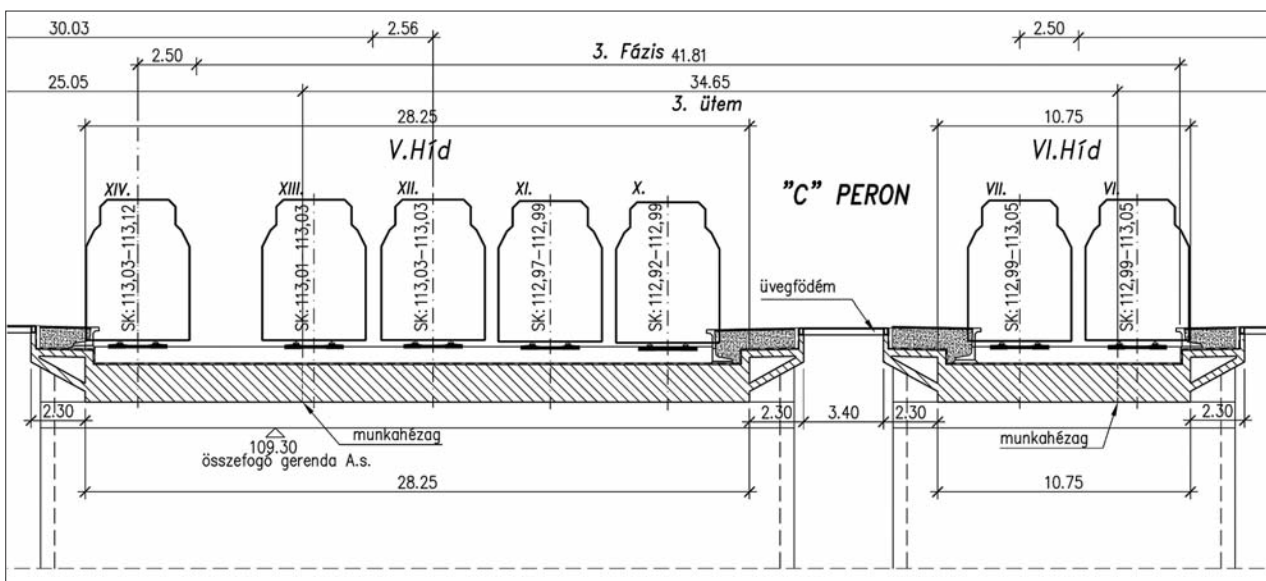
Az állomást keresztetzi építés öt fő épí- tési egységre bontva történik. Az első lépésben az örmezői oldali első nyolc va- súti vágány lezárásával kezdődött az épít-kezés, majd következtek a „belső” építési egységek, amikor az üzemelő vasúti vágá-



1. ábra. Alagút-keresztmetszet



6. kép. Monolit vasbeton lemezhid vasszerelése, látszóbeton zsaluzat



2. ábra. Vasbeton lemezhidak keresztmetszete

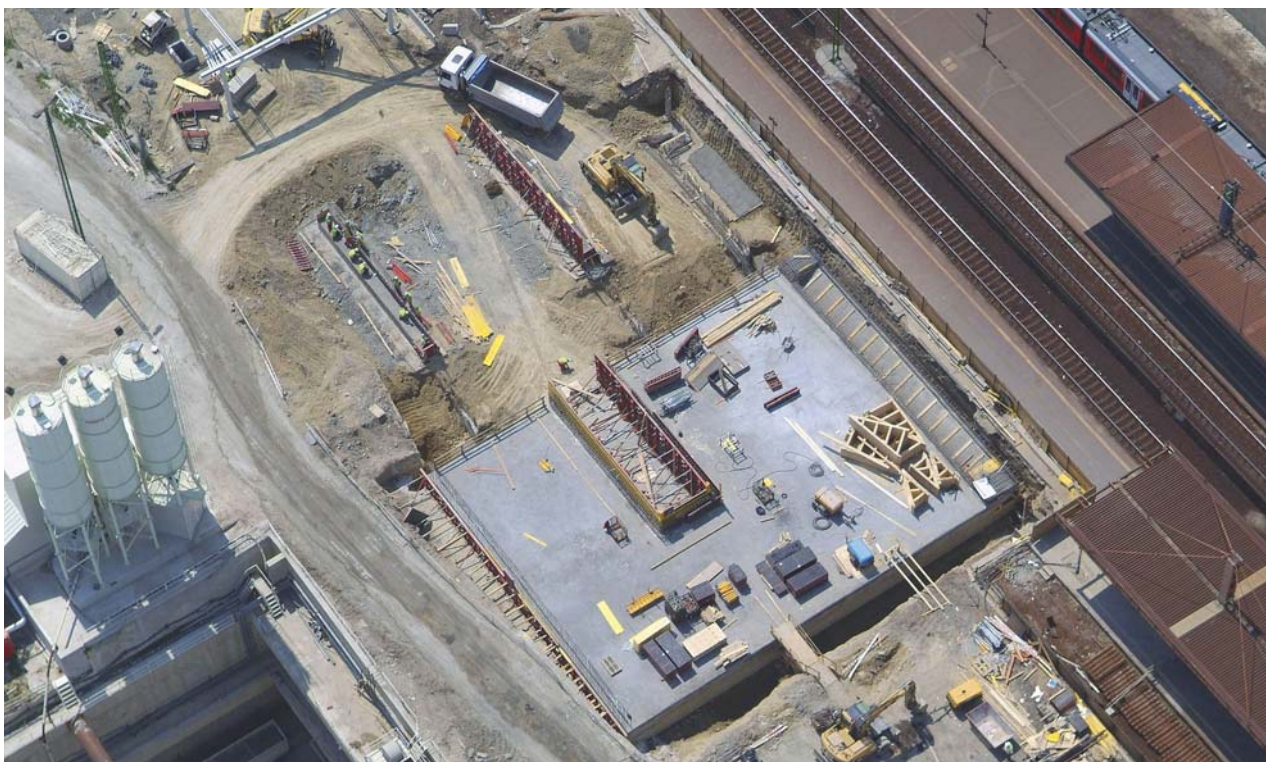
nyokkal körbehatárolt „szigeten” kellett a résfal és vasbeton szerkezetépítést megszervezni. A beton a meglévő aluljárón keresztül jutott be az utastér korlátozásával, betonozó csöveken keresztül.

Az örmezői oldalon csatlakozó kihúzó műtárgy két szerkezeti egységből: egy 80 méter hosszúságú résfalak között épülő vasbeton szerkezetből és 90 méter hosszú NATM alagútból áll. A vasbeton szerkezet a vasút alatti részhez hasonlóan milánói módszerrel készül, azonban itt nem a zárófödém, hanem egy közvetlenül a metróúrszelvény feletti közbenő födém tölti be a kitémasztó funkciót. A NATM: New Austrian Tunneling Method, vagyis új osztrák építési módszerrel készülő alagút egy keresztmetszetben fogadja az átmenetileg metróvégállomásként funkcionáló állomás metrószelvényeit. Távlatban ennek az alagútnak a folytatásával lehet a metróvonalat kiterjeszteni Budaörs irányába (1. ábra).

Résfalak

A műtárgyépítéssel érintett területen a feltöltés alatt középső oligocén kiscelli agyag található.

A résfalak végleges statikai állapotának méretezése a felszíni terhelések, nyugalmi földnyomás és az oldalfalakon a teljes felületen számításba vett víznyomás figyelembevételével történt, míg az ideiglenes állapot méretezése során talajvízzel mindössze a felső „mállott közepes és kövér agyag”, valamint „kevésbé mállott közepes és kövér agyag” rétegében számoltak. A mélyebben fekvő „ép közepes és kövér agyagot” vízzárónak tételezve e rétegben



7. kép. Az U alaprajzú, három vágányt átvezető „8. lemez” építése

építési állapotban víznyomást nem vettek figyelembe. Ennek a feltételnek a tényleges teljesülését biztosítandó, a vízzárónak tekintett rétegben a 100 centiméter vastag résfal mögötti esetleges víznyomást megszüntető, acél átvezető csöveket (armatúránként 2-2 db) építettek be.

A vízzáró résfalak 60 és 100 centiméter névleges vastagsággal, a kétoldali részvezető gerendák 20×100 centiméter keresztmetszettel készültek.

A 60 centiméter vastag résfalak a csatlakozó peronlépcsőket, a 100 centiméter vastag rések az aluljáró szerkezetét határolják. A réstáblák vízzáró csatlakozása a kivitelező HBM réselési technológiájának figyelembevételével, CWS szakaszoló szerkezetnek megfelelően történt.

Zárófödém mint vasúti híd

A metróállomás „zárófödémje” monolit vasbeton lemez, mely egyben vasúti hídként funkcionál. Szerkezeti rendszerét tekintve kéttámaszú tartóként viseli az ágyazat súlyát és a vasúti terheket. A földszalun készülő monolit vasbeton lemezek vastagsága 1,43–1,60 méterig változó, a felső felületek a támaszaik felé 1,5-1,5 százalékot lejtjenek, így a lemezek vastagsága a résfalak külső peremén 1,43 méter.

Az engedélyezési tervek tartóbetétes kialakítású vasbeton lemezhidakkal készültek.

Gazdasági összehasonlító vizsgálatok elemezték a „hagyományos” tartóbetétes, egy „újszerű” fél I tartók alkalmazásával készülő tartóbetétes, monolit és előre gyártott feszített tartós szerkezetek alkalmazását.

A vágányok közötti építés komoly technológiai nehézségeket vetett fel. A belső szakaszokon a kétoldalt üzemelő felsővezetékek rendkívül megnehezítették a nagyméretű elemek daruzását, emiatt az előre gyártott gerendák és a tartóbetétek alkalmazását kizárva monolit vasbeton lemezek készültek.

A 21,60 méter támaszközü lemezhidak fővasalása 40 milliméteres átmérőjű betonacél két sorban elhelyezve, mely még kézi erővel mozgatható (6. kép).

Az aluljáró födémét az építési ütemeknek megfelelően munkahézagok és vízzáró szigeteléssel áthidalt dilatációk tagolják. A dilatációk 8 darab külön dolgozó vasbeton lemezt, vagyis 8 darab, egymás mellett elhelyezkedő vasúti műtárgyat eredményeztek. A lemezhidak egyenként 2-5 darab vágányt vezetnek át (2. ábra).

A lemezhidak peronok felőli szélén latszobeton felületű konzolok készülnek. Ezek belső ürege a szellőzést biztosítja. A lemezhidak között üvegfüdémek fogják biztosítani az aluljárószint nappali természetes megvilágítását.

A 8. lemezhiód alaprajzilag U kialakítással közepén nyitott kialakítással készült. A középső „felhasítása” az aluljárónak az új A1 peronnal történő kapcsolatát biztosítja (7. kép).

Belső vasbeton szerkezetek

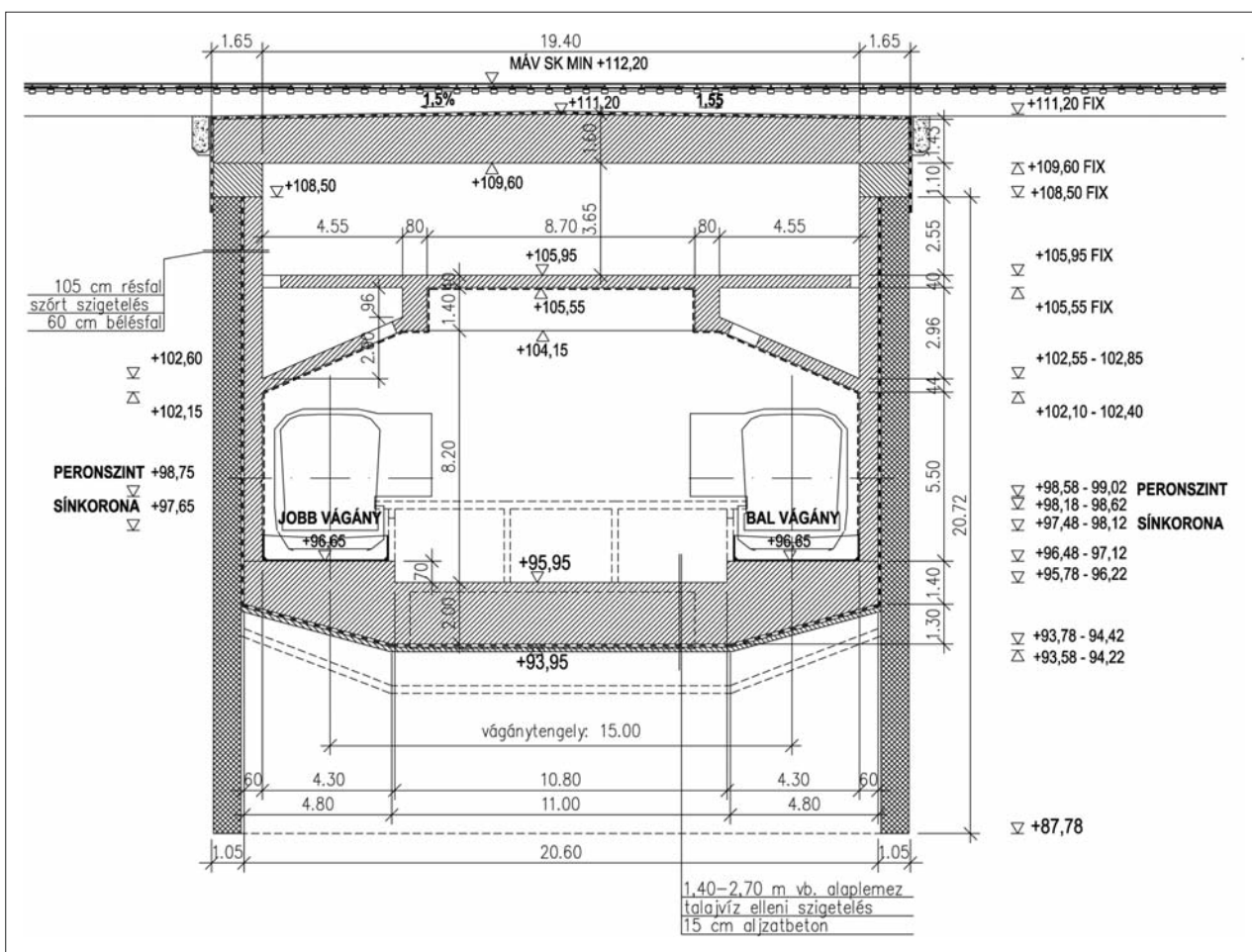
A résfalak között, a zárófödém alatt készülnek a belső vasbeton szerkezetek: az alaplemez, a peronszint, az aluljárószinti és gépészeti tereknél a „P+1” jelű födém (3. ábra).

Alaplemez

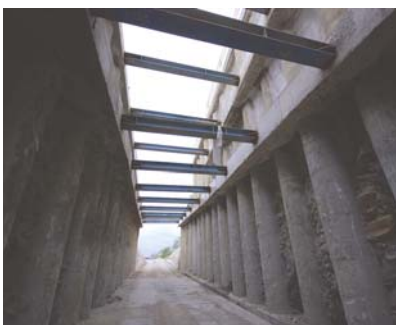
Az alaplemez hosszirányban a metróvágányok hosszúságát követi (0,25%-os eséssel), keresztirányban 1,40–2,70 méter között változó vastagságú. Az alsó síkja a résfalak melletti 4,80 méteres szakaszon 1,30 méterrel mélyül a műtárgy tengelye felé. A süllyesztékeknél a vastagsága közepén 1,20 méterre vékonyodik, míg a résfalak mellett 2,20 méter. Alsó síkja a résfalak melletti 4,80 méteres szakaszon 1,85 métert süllyed.

Aluljárószint

Az aluljárószint a peronszint utasforgalmi része felett, a metróvágányok hosszúságával párhuzamos, 0,25 százalék esésű alulbordás vasbeton lemez. Vastagsága 40 centiméter, 7,0 méterenként 1,80 méter magas bordával alátámasztva, melyek $1,80 \times 0,80$



3. ábra. Általános keresztmetszet



8. kép. Ideiglenes lejárórampa: acéldúccokkal kitámasztott hézagos fűrt cölöpfal

méter keresztmetszetű hosszbordába kötnék be. A hosszbordákból ferde lemez indul ki, mely a bélésfalba köt be.

Az üzemi részek felett a lemez vízszintes, 40 centiméter vastag, az örmezői oldalon falakkal, a kelenföldi oldalon 40 × 40 centiméteres pillérekkel alátámasztott.

P+1 jelű földem

A P+1 szint csak az üzemi területeken készül, vastagsága 40 centiméter. Az örmezői oldalon falakkal, a kelenföldi

oldalon 40 × 40, illetve 100 × 40 centiméteres pillérekkel támasztották alá.

Peronszint

A peronszint esése 0,25 százalékos, az örmezői oldalon 30 centiméter vastag, az Örmező felőli mozgólépcső és a peron között 25 centiméter, a kelenföldi mozgólépcsőtől kezdve 40 centiméter vastag a monolit lemez.

Ideiglenes lejáró rámpa

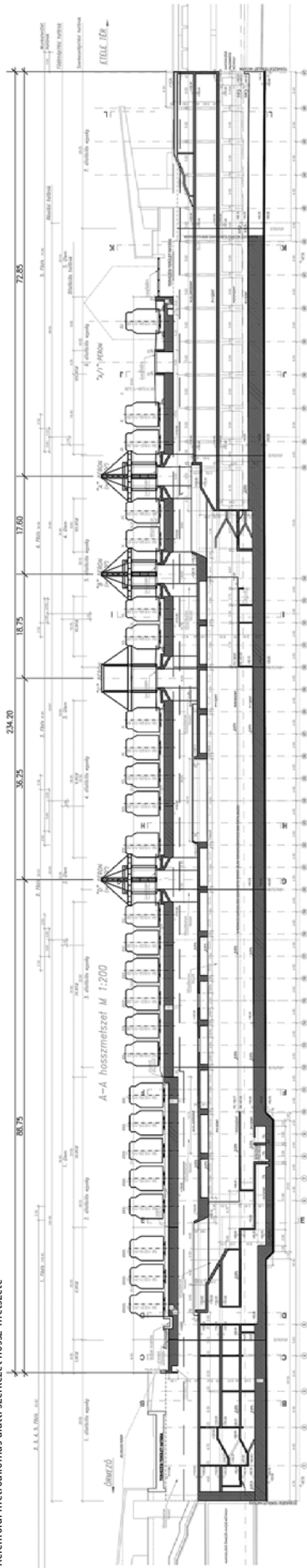
A mintegy 120 000 köbméter föld kiemelését és elszállítását a felszín alatti 18 méteres mélységből nem volt célszerű a többi metróállomásnál alkalmazott módon daruk és konténerek alkalmazásával megoldani. A műtárgy délnyugati sarkában a vasútállomás szervízútjához csatlakozó „hagyományos” földszállító tehergépjárművekkel történő földkiszállítást lehetővé tevő lejárórampa épült. E rámpa az örmezői domb oldalában a mélyebb szakaszon kitámasztott fűrt cölöpfal kialakítással, a kisebb mélységű részekben stabilizált földrézsvél készült. A cölöpfalak ki-

alakítása a szivárgó vizek miatt hézagos. Az alkalmazott CFA fűrt cölöpök átmérője 80 centiméter, hosszuk a bevágás mélységéhez igazodóan változó. Az alkalmazott vasalás az ébredő igénybevételeknek megfelelően erősített. Azokon a szakaszokon, ahol a bevágás mélysége és a szabadon tartandó űrszelvény mérete megengedi, az egymással szemben álló cölöpfalakat acéldúccok támasztják ki. A dúccok HEB300 acélszelvényekből készültek. A hengerelt gerendák a gerendák terheit elosztó vasbeton dúccgerendákra támaszkodnak (8. kép).

Kihúzó műtárgy

Az örmezői kihúzó műtárgy két 21,17 méter mélyre lenyúló, 1,05 méter széles

Pál Gábor (1970) okleveles építőmérnök, 1999-től a SpeciálTerv Kft. ügyvezetője. Tevékenysége a harmincfős tervező szervezet vezetése, a műtárgytervezések szakmai irányítása és kontrollja. A DBR 4 metró Kelenföldi pályaudvar metróállomás főtervezője.



résfal között helyezkedik el, amely 25,27 méter tengelytávolságban vannak egymástól. A kihúzó műtárgy teljes hossza 80,24 méter. A résfalakat egy a metrórúrszelvény felett elhelyezkedő közbenső 140 centiméter vastag földem egymáshoz kitámasztja. A résfalak tetején rösszfogó gerenda segíti a résfalak együtdolgozását. A résfalak között a szerkezet alján alaplemez készül, mely a résfalakhoz nyomatékbróan, lentonos kialakítással kapcsolódik.

A szerkezet hossza miatt az alaplemez, valamint a közbenső kitámasztó földem két dilatációs szakaszra oszlik. A résfalak között megadott raszterben oszlopok helyezkednek el, melyek a kitámasztó földem, valamint az arra épülő szerkezet terheit viselik és közvetítik az alaplemezre (4. ábra). A tervezett műtárgyat alulról az alaplemez zárja le és védi a talajvíz betörése ellen. Az alaplemez a rőspanelekhez lentonos kapcsolattal, nyomatékbróan csatlakozik.

A rősel vasbeton „dobozhoz” csatlakozó NATM alagút két metrőrszelvénynek nyújt elegendő keresztmetszetet. A vágányok közötti távolság 4,75 méter. A sín-

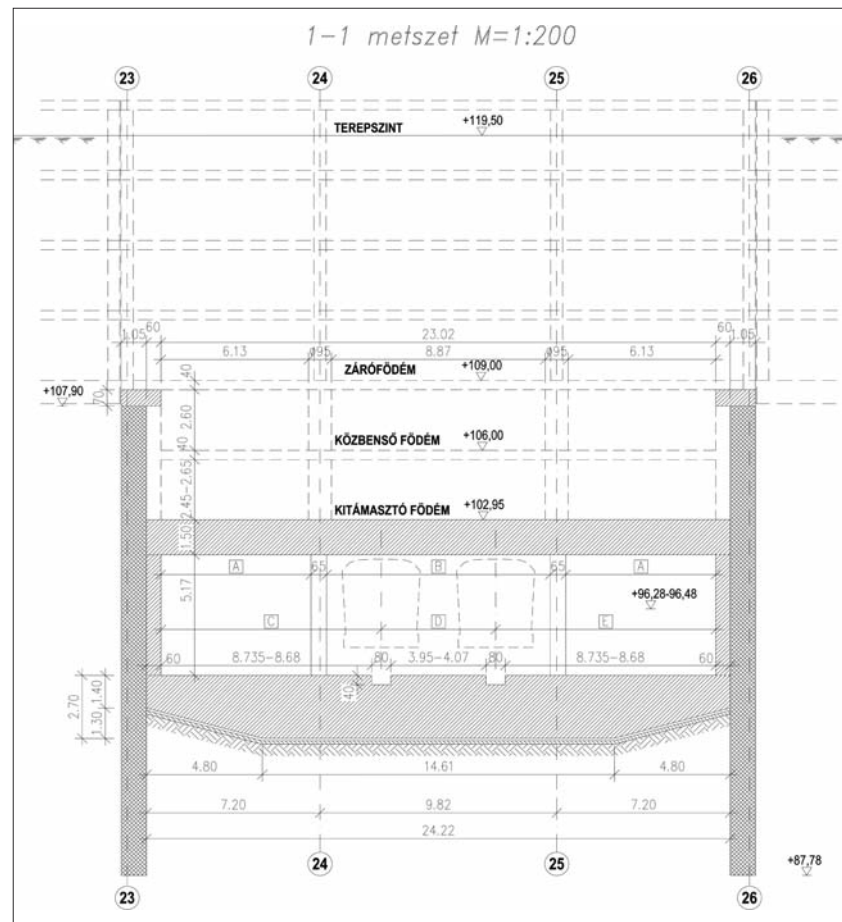
koronaszint és az alagút tengelye közötti függőleges távolság 1,84 méter.

A teljes fejtési felület 97,84 négyzetméter. A fejtés egyoldali oldalvágattal és felbővítéssel készül. A körkőrosen zárt hű vastagsága 0,30 méter, az ideiglenes oldal fal vastagsága szinten 0,30 méter.

Az alagútépítést folyamatos monitoring rendszer követi, mely felszíni és belső geodéziai ellenőrző méréseket, inklinométeres, extenzométeres és piezométeres méréseket is magában foglal.

Összefoglalás

A Kelenföldi metróállomás építése és tervezése a résztvevők: tervezők, kivitelezők számára komoly kihívást jelentett. Az üzemelő vasúti pályaudvaron végzett munka szigorú technológiai fegyelmet követel. A „milánói módszer” alkalmazása lehetővé tette a felszín időleges zavarását, a befejező munkák vasúti területen kívülre szervezését. A hazánkban újszerű technológiák alkalmazásával megszerzett tapasztalatokat reméljük, felhasználhatjuk a jövő szerkezeteinek építésénél. ◀



4. ábra. Kihúzó műtárgy vasbeton szerkezetének keresztmetszete

